

IFW

**TRANSMITTAL LETTER
(General - Patent Pending)**

Docket No.
2866

In Re: Application Of: **BAUMGARTEN, J., ET AL**

Application No.	Filing Date	Examiner	Customer No.	Group Art Unit	Confirmation No.
10/782,124	02/19/2004	KOVACS, A.	278	3671	5224

Title: **METHOD AND DEVICE FOR SEPARATING A FLOW OF CROPS**

COMMISSIONER FOR PATENTS:

Transmitted herewith is:

CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT 103 07 705.7

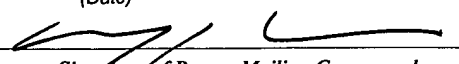
in the above identified application.

- ☒ No additional fee is required.
- ☐ A check in the amount of _____ is attached.
- ☐ The Director is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. _____ as described below.
- ☐ Charge the amount of _____
- ☐ Credit any overpayment.
- ☐ Charge any additional fee required.
- ☐ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.


Signature

Dated: **APRIL 25, 2005**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the "Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450" [37 CFR 1.8(a)] on 04/25/2005 (Date)	
 Signature of Person Mailing Correspondence	
MICHAEL J. STRIKER Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence	

CC:

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 07 705.7

Anmeldetag: 21. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH,
33428 Harsewinkel

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Trennen
eines Erntegutstroms

IPC: A 01 D 41/127

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH, 33428 Harsewinkel

5 Verfahren und Vorrichtung zum Trennen eines Erntegutstroms

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen eines Erntegutstroms, der wenigstens zwei Materialanteile, als Nutzmaterial bzw. Abfallmaterial bezeichnet, enthält, in einen Nutzmaterialstrom und einen Abfallmaterialstrom, in denen jeweils das Nutzmaterial bzw. das Abfallmaterial konzentriert sind.

Jeder Trennvorgang ist ein Kompromiss zwischen drei einander zuwider laufenden Anforderungen. Ein hoher Durchsatz des Trennverfahrens ist erforderlich, um die eingesetzten Ressourcen wie Maschinen und Arbeitskraft wirtschaftlich zu nutzen und die Kosten der Trennung gering zu halten. Mit steigendem Durchsatz nimmt jedoch die Selektivität der Trennung ab. Eine hohe Selektivität der Trennung bedeutet einerseits, dass der Anteil an Nutzmaterial, der in den Abfallmaterialstrom gelangt, möglichst gering sein soll, das heißt, das im Erntegutstrom enthaltene Nutzmaterial soll möglichst vollständig gewonnen werden. Andererseits soll auch im Nutzmaterialstrom möglichst wenig restliches Abfallmaterial enthalten sein. Geringe Verluste an Nutzmaterial sind im Allgemeinen nur erreichbar, wenn dafür in Kauf genommen wird, dass Abfallmaterial in den Nutzmaterialstrom gelangt, was wiederum die Weiterverarbeitbarkeit und den Wert des so gewonnenen Nutzmaterials beeinträchtigt. Eine hohe Reinheit des Nutzmaterialstroms muss im Allgemeinen mit Verlusten am Nutzmaterial erkaufte werden.

Um diese sich zuwiderlaufenden Anforderungen miteinander zu vereinbaren, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, zweistufige Trennverfahren durchzuführen, bei denen in einem ersten Trenn-

schritt ein vorgereinigter Strom erzeugt wird, bei dem es im wesentlichen darauf ankommt, dass das Nutzmaterial in diesem möglichst vollständig enthalten ist und ebenfalls darin enthaltene Reste an Abfallmaterial hingenommen werden. Wichtig ist, dass der Durchsatz des vorgereinigten Stroms im Vergleich zum ursprünglichen Erntegutstrom deutlich verringert ist, so dass der zweite Trennschnitt, der auf eine möglichst vollständige Abtrennung des Abfallmaterials ausgelegt ist, effektiv durchgeführt werden kann.

10

Eine zweistufige Trennung von Korn und Nichtkornmaterial ist bei Mähdreschern allgemein verbreitet. Als Beispiel kann US 4 934 985 genannt werden, die einen Mähdrescher beschreibt, bei dem ein erster Trennschritt mit Hilfe eines Dreschzylinders und Separatorzylindern den Erntegutstrom aufteilt in Stroh, das ausgeworfen wird, und einen Korn und Kaff, d.h. Spelzen und feinen Halmbruch, enthaltenden Strom, der in einem zweiten Trennschritt nachgereinigt wird.

20 Die Abscheidung des vorgereinigten Stroms erfolgt herkömmlicherweise über sogenannte Abscheidekörbe, in Form von durchlöchernten Blechen oder Sieben, die jeweils einen Rotor umgebend angeordnet sind und das den vorgereinigten Strom bildende

Korn-Kaff-Gemisch durchlassen, während das Stroh vom Rotor weitergefördert und schließlich ausgeworfen wird. Diese Abscheidekörbe sind als Blechkörbe, das heißt, Bleche, in die Löcher mit einer festen, für ein gewünschtes Erntegut spezifischen Größe eingebracht sind, oder als Drahtkörbe ausgebildet, die durch in definierten Abständen angeordnete, mit Bohrungen versehene Leisten und Rundstähle (Drähte), die durch die Bohrungen geführt werden, gebildet sind. Die Geometrie der Öffnungen ist bei allen diesen Abscheidekörben unveränderlich.

Eine Anpassung an die Anforderungen verschiedener Druschfrüchte ist daher nur durch einen Austausch der Abscheidekörbe oder durch Verändern ihrer Öffnungsgeometrie, indem z.B. zusätzli-

35

che Leisten oder Bleche eingeschraubt werden, möglich. Eine solche Anpassung ist sehr zeitaufwändig und, wenn mehrere Abscheidekörbe mit unterschiedlichen Lochabmessungen bereitgehalten werden müssen, auch kostspielig.

5

Doch selbst wenn stets an die jeweils zu verarbeitende Druschfrucht angepasste Körbe verwendet werden, wird mit der gegenwärtigen Technik im Allgemeinen kein optimales Trennergebnis erreicht. Der Grund hierfür sind die Eigenschaften des Erntematerials selbst, die sich insbesondere in Abhängigkeit von dessen Feuchtigkeit stark unterscheiden können. Wenn man annimmt, dass die erste Trennstufe einer zweistufigen Trennvorrichtung an ein bestimmtes Erntegut mit einem bestimmten Feuchtigkeitsgrad gut angepasst ist, so dass sie mit hohem Durchsatz an Erntegut betrieben werden kann und einen vorgereinigten Strom mit geringem Abfallanteil liefert, so wird man im Allgemeinen aus Wirtschaftlichkeitsgründen die zweite Trennstufe nicht leistungsfähiger dimensionieren, als zur Verarbeitung dieses vorgereinigten Stroms erforderlich ist. Ist das Erntegut trockener, so erleichtert dies die Trennung in der ersten Stufe, so dass diese im Prinzip mit einem höheren Durchsatz gefahren werden könnte, ohne dass sich dadurch der Nutzmaterialanteil in ihrem Abfallmaterialstrom über ein zulässiges Maß hinaus erhöht. Mit zunehmender Trocknung neigt das Erntegut aber auch zur vermehrten Bildung von kleinen Bruchstücken, die in den vorgereinigten Strom gelangen und dessen Abfallanteil erhöhen. Ein erhöhter Durchsatz der ersten Trennstufe führt daher zu einer überproportionalen Zunahme des Durchsatzes, der von der zweiten Trennstufe verarbeitet werden muss. Diese kann daher leicht überlastet werden, mit der Folge, dass ihre Reinigungswirkung unzureichend wird oder nur unter Inkaufnahme eines hohen Verlustes an Nutzmaterial erreichbar ist. Allgemein kann man feststellen, dass die herkömmlichen zweistufigen Trennverfahren und -vorrichtungen jeweils nur für einen bestimmten Trocknungsgrad des Erntegutes eine

35

optimale Wirtschaftlichkeit erreichen, bei der beide Stufen an ihrer oberen Leistungsgrenze arbeiten. Ist die Trocknung stärker, so muss die erste Stufe unterhalb ihrer Leistungsgrenze gefahren werden, um die zweite nicht zu überlasten, bei höherer Feuchtigkeit ist es umgekehrt.

Ein Mähdrescher mit Vorrichtungen zum Erfassen von Kornverlusten, die an einem Abfallmaterialstrom angeordnet sind, ist aus DE 21 06 930 C3 bekannt. Die Erfassungsergebnisse dieser Vorrichtungen werden genutzt, um die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers automatisch zu regeln oder um Hinweise zum Regeln der Fahrgeschwindigkeit für den Fahrer des Mähdreschers zu erzeugen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum wenigstens zweistufigen Trennen eines Erntegutstroms in einen Nutzmaterialstrom und einen Abfallmaterialstrom anzugeben, die auch bei wechselnden Eigenschaften des Erntegutstroms einen Betrieb beider Stufen an ihrer oberen Leistungsgrenze und damit eine optimale Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Durch Regeln der Selektivität der ersten Trennstufe lässt sich der Durchsatz des von der zweiten Trennstufe zu verarbeitenden vorgereinigten Stroms beeinflussen. Das heißt, wenn der zu verarbeitende Erntegutstrom trockener ist, als einer aktuellen Einstellung der Selektivität der ersten Stufe entspricht, so kann durch Erhöhen der Selektivität der Durchsatz der zweiten Stufe reduziert und so eine Überlastung vermieden werden.

Um eine Überlastung zu erkennen, muss wenigstens eine mit der Menge an Nutzmaterial in den Abfallmaterialströmen verknüpfte

Größe erfasst werden. Vorzugsweise geschieht dies getrennt für jeden der zwei Abfallmaterialströme. So kann auch eine gleichzeitige Überlastung beider Stufen erkannt und ihr durch Vermindern des Durchsatzes des der ersten Stufe zugeführten Erntegutstroms entgegengewirkt werden.

Vorzugsweise wird direkt die in einem Abfallstrom enthaltene Menge an Nutzmaterial durch Messung an dem Abfallmaterialstrom nach dem Trennschritt erfasst. Dies kann z.B. auf akustischem Wege durch Erfassung eines Aufprallgeräuschs des Abfallmaterialstroms geschehen, welches für in dem Strom enthaltene Körner und Halme unterschiedlich ist.

Eine andere Möglichkeit ist, die im Abfallmaterialstrom enthaltene Menge an Nutzmaterial zu erfassen durch Messen des Materialdurchsatzes des Trennschritts, der den Abfallmaterialstrom ergibt, wobei dann die Menge an verlorenggehendem Nutzmaterial z.B. mit Hilfe einer empirisch ermittelten Tabelle oder Funktion gefolgert werden kann.

Eine weitere Möglichkeit ist, im zweiten Trennschritt neben dem zweiten Abfallmaterialstrom und dem Nutzmaterialstrom noch einen Restmaterialstrom abzutrennen, dessen Material in dem zweiten Trennschritt nicht sicher in Nutzmaterial und Abfallmaterial aufgetrennt werden konnte, und den Materialdurchsatz dieses Reststroms zu erfassen.

Vorzugsweise wird die Selektivität des ersten Trennschritts so geregelt, dass sich gleiche Anteile an Nutzmaterial in beiden Abfallmaterialströmen einstellen.

Eine Anpassung der Selektivität der Trennung an die erfassten Anteile von Nutzmaterial in den Abfallmaterialströmen kann vollautomatisch erfolgen, oder es kann lediglich ein Hinweis an einen Benutzer der Maschine erzeugt werden, dass die Selektivität

tivität erhöht oder gesenkt werden sollte, wobei es dann dem Benutzer obliegt, eine entsprechende Einstellung vorzunehmen.

Wenn in beiden Abfallmaterialströmen die Nutzmaterialanteile
 5 einen Grenzwert überschreiten, so ist dies ein Hinweis darauf, dass beide Trennstufen überlastet sind, und dass der Durchsatz des Erntegutstroms verringert werden sollte. Umgekehrt sollte, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen, der Durchsatz an Erntegut erhöht werden, wenn der Anteil ein Nutzmate-
 10 rial in beiden Abfallmaterialströmen einen Grenzwert unterschreitet. Wenn die Erfindung an einer fahrbaren Erntemaschine eingesetzt wird, empfiehlt es sich, den Durchsatz des Erntegutstroms durch Anpassen der Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine zu erhöhen und/oder zu verringern.

15 Eine bevorzugte Möglichkeit ist, die Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine anhand der erfassten Nutzmaterialanteile automatisch zu steuern, um so den Fahrer der Maschine zu entlasten. Um ein unerwartetes Beschleunigen und Abbremsen der Maschine
 20 zu vermeiden, ist es jedoch auch möglich, lediglich einen Hinweis an den Fahrer der Erntemaschine zu erzeugen, dass die Fahrgeschwindigkeit erhöht bzw. verringert werden kann.

25 Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch einen Mähdrescher, an dem die vorliegende Erfindung realisiert ist;
 30

Fig. 2 ein vergrößertes Detail des Mähdreschers aus Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt durch den Mähdrescher in Höhe
der Linie III-III aus Fig. 1;

Fig. 4 Kennkurven des Kornverlusts als Funktion des
Durchsatzes für die verschiedenen Trennstufen des
Mähdreschers bei unterschiedlichen Erntebedingungen; und

Fig. 5 und 6 jeweils ein Flussdiagramm eines Steuerverfahrens
für den Mähdrescher.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Schnitt durch den hinteren Bereich eines Mähdreschers als Beispiel für eine erfindungsge-
mäßige Trennvorrichtung. Bei einem solchen Mähdrescher ist ein
zu trennender Erntegutstrom durch gemähtes Getreide gebildet,
und Ziel der Trennung ist, einen Nutzmaterialstrom, der in
möglichst reiner Form die Körner des Getreides enthält, und
einen Abfallmaterialstrom aus den Nichtkornbestandteilen zu
gewinnen. Im nicht gezeigten vorderen Bereich des Mähdreschers
wird das gemähte Getreide von einem Mähtisch aufgenommen und
von einer nur ausschnittsweise dargestellten Fördereinrichtung
1 einer tangential wirkenden Drescheinrichtung 2 zugeführt.
Die Drescheinrichtung 2 ist im wesentlichen aufgebaut aus ei-
ner Dreschtrommel 3 mit quer zur Fahrriichtung des Mähdreschers
orientierter Achse, die an ihrem Außenmantel mit Reibelementen
bestückt ist und auf einem Teil ihres Umfangs von einem
Dreschkorb 4 umgeben wird. Ein Teil der in der Drescheinrich-
tung 2 von den Halmen getrennten Körner fällt durch Löcher des
Dreschkorbes 4 auf einen Förderboden 11, auf dem diese, wie
durch einen Pfeil P1 angedeutet, entgegen der Fahrtrichtung
des Mähdreschers durch Rüttelbewegungen gefördert werden.

Der Hauptstrom des Mähgutes wird jedoch zwischen Dreschtrommel
3 und Dreschkorb 4 hindurchgeführt und mit Unterstützung durch
eine Leittrommel 5 einer Abscheideeinrichtung 6 zugeführt.

Die Abscheideeinrichtung 6 ist hier rein exemplarisch dargestellt als ein zylindrisches, an seinen Enden offenes Gehäuse 7, in dem über seine gesamte Länge ein Förderorgan 8 drehantreibbar gelagert ist. Durch die Drehung des Förderorgans 8 wird das Mähgut auf einer schraubenlinienförmigen Bahn durch die Abscheideeinrichtung 6 gefördert. Von einer Oberseite des Gehäuses 7 ins Innere vorstehende Rippen 9 fördern eine Durchknetung des Mähgutes, wenn der äußere Rand der Wendel des Förderorgans 8 an ihnen vorbeistreicht. Die Steigung der Rippen 9 in Bezug auf die Förderrichtung des Mähguts im Gehäuse 7 ist verstellbar. Dadurch kann die Fördergeschwindigkeit des Mähguts in der Abscheideeinrichtung 6 variiert werden. Die Fördergeschwindigkeit muss groß genug sein, damit am Eingang der Abscheideeinrichtung 6 keine Verstopfung auftritt; andererseits sollte sie möglichst klein sein, um eine lange Verweildauer des Mähguts in der Trenneinrichtung und eine möglichst vollständige Abtrennung des Korns zu erreichen.

Selbstverständlich kann die Fördergeschwindigkeit auch über die Drehzahl des Förderorgans 8 beeinflusst werden. Mit steigender Drehzahl des Förderorgans 8 wächst nicht nur die Fördergeschwindigkeit, sondern auch die Fliehkraft und damit die Kraft auf das Nutzmaterial, die dessen Abscheidung antreibt. Gleichzeitig nimmt jedoch die Verweildauer des Mähguts in der Trenneinrichtung ab. Die beste Drehzahl des Förderorgans ist die, bei der Abscheidekraft und Verweildauer ein gemeinsames Optimum zu erreichen.

Der untere Bereich des Gehäuses 7 ist durch Abscheidekörbe 10 gebildet, die Öffnungen mit einstellbaren Abmessungen aufweisen. Der Aufbau dieser Abscheidekörbe 10 wird an späterer Stelle mit Bezug auf Fig. 2 und 3 noch genauer erläutert.

Körner, Spreu und Feinstroh, die durch die Öffnungen der Abscheidekörbe 10 aus der Abscheideeinrichtung 6 herausgeschleudert werden, fallen auf einen sogenannten Rückföhrboden 12.

Dieser Rückföhrboden 12 ist rüttelnd bewegt, so dass auf ihm
 5 gesammeltes Material in Fahrtrichtung des Mähdreschers in Richtung des Pfeils P2 befördert wird und schließlich auf dem Förderboden 11 mit dem bereits in der Drescheinrichtung 2 abgeschiedenen Korn zusammentrifft, um einen Materialstrom zu bilden, der hier als vorgereinigter Strom bezeichnet wird.

10

Das während des Durchgangs durch die Abscheideeinrichtung 6 weitestgehend vom Korn befreite Grobstroh wird am rückseitigen
 Ende der Abscheideeinrichtung 6 ausgeworfen und fällt über eine Rutsche 13 zurück auf den Boden.

15

Die Drescheinrichtung 2 und die Abscheideeinrichtung 6 bilden so eine erste Trennstufe oder Abscheidestufe, die einerseits den vorgereinigten Strom und andererseits einen aus dem ausgedroschenen Stroh bestehenden ersten Abfallmaterialstrom liefert.
 20 fert.

Eine zweite Trennstufe oder Reinigungsstufe ist im wesentlichen aufgebaut aus einem Gebläse 14 und einer im Windstrom des Gebläses 14 liegenden Gruppe von Siebböden 15, die in einem
 25 nicht dargestellten Rahmengerüst zu einer Schwingbewegung angetrieben sind und mit dem vorgereinigten Strom beschickt werden. Das im vorgereinigten Strom enthaltene Korn rieselt durch die schwingenden Siebböden 15 hindurch auf einen abschüssigen ersten Leitboden 16. Am unteren Ende des Leitbodens 16 ist eine
 30 Förderschnecke 17 angeordnet, die das Korn zu einem Elevator (nicht dargestellt) und über diesen in einen Korntank (nicht dargestellt) fördert.

Leichte Bestandteile des vorgereinigten Stroms werden während
 35 des Siebens vom Wind des Gebläses 14 mitgenommen und als ein

zweiter Abfallstrom auf den Boden ausgeschieden. Bestandteile des vorgereinigten Stroms, die die Siebböden 15 auf ihrer gesamten Länge überquert haben, ohne durchgesiebt oder vom Gebläsewind mitgenommen zu werden, fallen schließlich auf einen zweiten abschüssigen Leitboden 18 und werden von einer an dessen unteren Ende angeordneten Förderschnecke 19 zurück zur Drescheinrichtung 2 oder zur Abscheideeinrichtung 6 gefördert, um diese erneut zu durchlaufen.

10 Fig. 2 zeigt einen Teil einer zweiten Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Mähdreschers. Sie unterscheidet sich von der Ausgestaltung der Fig. 1 dadurch, dass die Dreschtrommel 3 der Abscheideeinrichtung 6 in axialer Verlängerung vorgesetzt ist, und dass zwischen der Fördereinrichtung 1 und der Dreschtrommel eine quer zur Fahrtrichtung des Mähdreschers fördernde Schnecke 20 angeordnet ist, die das Mähgut in seitlicher Richtung zusammenrafft und dem Eingang der Drescheinrichtung 3 zuführt. Der Aufbau der Abscheideeinrichtung 6 und der nachfolgenden zweiten Trennstufe ist der gleiche wie bei der Ausgestaltung nach Fig. 1.

Wie in Figur 2 im Detail zu erkennen ist, setzt sich das Gehäuse 7 der Abscheideeinrichtung 6 aus mehreren axial aufeinander folgenden Segmenten 21, 22 zusammen, die sich durch die in ihrem unteren Bereich angebrachte Abscheidekörbe 10a, 10b unterscheiden. Während die Abscheidekörbe 10b der hinteren Segmente 22 in herkömmlicher Weise durch ein Drahtgitter gebildet sind, dessen Öffnungen feste Abmessungen haben, setzen sich die Abscheidekörbe 10a der vorderen Segmente 21 aus einer Mehrzahl von in Umfangsrichtung gestaffelten Lamellen 23 zusammen. Wie in dem Querschnitt der Fig. 3 zu erkennen ist, sind die Lamellen jeweils um eine zur Längsachse der Förderschnecke 8 parallele Achse schwenkbar, und mehrere benachbarte Lamellen 23 sind jeweils durch Viergelenke gekoppelt, so dass ihre Schwenkstellung durch einen gemeinsamen Linearaktor 24

gesteuert ist. Der Grad der Schrägstellung der Lamellen 23 beeinflusst zum einen die Breite der Spalte zwischen den Lamellen 23 und damit die freie Querschnittsfläche, über die Korn und Feinstroh aus der Abscheideeinrichtung 6 austreten können, und zum anderen das Ausmaß, in dem freie Kanten der Lamellen 23 in die Abscheideeinrichtung 6 hineinragen und Prallflächen für das Mähgut bilden, an denen dieses zusätzlich zerkleinert und gedroschen wird.

In Fig. 3 sind die Lamellen 23 zu vier jeweils durch einen gemeinsamen Linearaktor 24 gesteuerten Gruppen zusammengefasst. Eine elektronische Steuereinheit 25 steuert die Schwenkstellung jeder Gruppe von Lamellen 23 unabhängig von den anderen. Um das Gehäuse 7 herum sind Kornsensoren 26 jeweils so angeordnet, dass sie von zwischen den Lamellen einer Gruppe austretendem Korn getroffen werden. Es handelt sich um akustische Sensoren, die das von austretenden Körnern verursachte Geräusch registrieren, und die mit ihnen verbundene Steuereinheit 25 zählt die von den austreffenden Körnern pro Zeiteinheit verursachten Impulse und misst auf diese Weise die an jeder Gruppe von Lamellen 23 austretende Kornmenge.

Der Förderboden 11, auf den die ausgetretenen Körner schließlich fallen, ist entsprechend den Gruppen von Lamellen 23 in Querrichtung in beispielsweise vier Felder 11a bis d unterteilt, die jeweils die an einer Gruppe von Lamellen 23 ausgetretenen Körner auffangen und zu den Siebböden 15 weiter befördern. Unter den Siebböden 15 sind weitere Kornsensoren 27 in der Anzahl von Gruppen von Lamellen entsprechender Zahl und Anordnung platziert. Auch diese sind mit der Steuereinheit 25 verbunden, die anhand der von ihnen gelieferten Impulse in der Lage ist, zum einen den Korndurchsatz der Siebböden 15 und zum anderen durch Vergleichen der Signale von den verschiedenen Kornsensoren 27 die Verteilung des Kornes über die Breite der Siebböden 15 hinweg einzuschätzen. Wenn eine Ungleichverteilung

lung festgestellt wird, steuert die Steuereinheit 25 die Linienaktoren 24 an, um die Spalte einer Gruppe von Lamellen 23, die zu viel durchlassen, zu verengen oder die Breite der anderen Spalte zu vergrößern, um so eine gleichmäßige Verteilung des Korns auf den Siebböden 15 zu erreichen. Lokale Überladungen der Siebböden 15, die zu einem schlechten Reinigungsergebnis führen, werden so vermieden.

Weitere Kornsensoren 28, 29 sind an der Rutsche 13 bzw. am Ausgang der Reinigungsstufe angebracht (s. Fig. 1), um den Restanteil an Korn in den zwei Abfallströmen zu erfassen. Dieser Restanteil darf einen Grenzwert von beispielsweise jeweils 0,8 % der dem Korntank zugeführten Menge nicht überschreiten. Um den Mähdrescher möglichst wirtschaftlich zu nutzen, ist man bestrebt, diesen so schnell über ein abzuerntendes Feld zu fahren bzw. das Erntegut so schnell aufzunehmen, dass beide Trennstufen exakt an ihrem jeweiligen Grenzwert arbeiten. Um dies zu erreichen, muss die Stellung der Lamellen 23 je nach Trocknungsgrad des Erntegutes unterschiedlich sein. Wenn sehr trockenes Erntegut mit einer für einen mittleren Trocknungsgrad des Erntegutes angepassten Einstellung verarbeitet wird, ergibt sich die in Fig. 4a gezeigte Abhängigkeit des Kornverlustanteils vom Erntegutdurchsatz. Durch die starke Trocknung ist das Erntegut leicht zu dreschen und zu trennen, und die Abscheidungsstufe kann einen hohen Durchsatz erreichen, bevor der Kornverlust in dieser Stufe den Grenzwert von 0,8 % oder einen anderen vom Betreiber der Maschine favorisierten Grenzwert erreicht, wie durch die durchgezogene Kurve in Fig. 4a dargestellt. Gleichzeitig gelangt aber eine große Menge an Feinstroh, auch als Nichtkornbestandteile bezeichnet, d.h. Kurzstroh, Spreu und Blattteile, in die Reinigungsstufe, so dass deren Leistungsgrenze bereits bei einem deutlich niedrigeren Durchsatz des Erntegutes erreicht ist, wie die gestrichelte Kurve in dieser Figur zeigt. Um den Kornverlustgrenzwert nicht zu überschreiten, müsste also bei dieser Einstel-

lung der Mähdrescher mit dem durch die Leistungsfähigkeit der Reinigungsstufe festgelegten Durchsatz an Erntegut gefahren werden.

5 Fig. 4b zeigt die Abhängigkeit der Kornverluste vom Erntegutdurchsatz bei einer optimal an das trockene Erntegut angepassten Einstellung. Bei dieser Einstellung sind die Spalte zwischen den Lamellen 23 verkleinert, so dass weniger Material hindurchtritt. Um dennoch eine ausreichend vollständige Ab-

10 scheidung des Korns zu erreichen, muss der Durchsatz der Abscheidestufe reduziert werden; hierzu wird die Fördergeschwindigkeit in der Abscheideeinrichtung 6 verringert. Deshalb erreicht die durchgezogene Kurve in Fig. 4b, die den Kornverlust der Abscheidestufe als Funktion des Durchsatzes darstellt, den

15 Grenzwert bei einem niedrigeren Durchsatz als die entsprechende Kurve der Fig. 4a. Gleichzeitig führt diese Stellung der Lamellen dazu, dass weniger Feinstroh in die Reinigungsstufe gelangt. Diese erreicht ihre Leistungsgrenze daher erst bei einem deutlich höheren Durchsatz als in Fig. 4a. Da die Ab-

20 scheidestufe auch erst bei diesem Durchsatz ihre Leistungsgrenze erreicht, kann der Mähdrescher an dieser gegenüber Fig. 4a erhöhten Leistungsgrenze betrieben werden.

Fig. 4c zeigt die Kornverluste von Reinigungs- und Abscheidungsstufe, wenn das zu verarbeitende Erntegut feuchter ist, als der Einstellung der Stufen entspricht. Hier ist es die Abscheidungsstufe, die zuerst ihre Leistungsgrenze erreicht und die Ernteleistung des Mähdreschers als ganzes begrenzt. Da wenig Feinstroh entsteht und in die Reinigungsstufe gelangt,

30 könnte diese bei einem Durchsatz, der der Leistungsgrenze der Abscheidungsstufe entspricht, ohne weiteres einen stärkeren Materialstrom verarbeiten als den, den sie tatsächlich empfängt. In diesem Fall wird gemäß der Erfindung der Übertritt von der Abscheidungsstufe in die Reinigungsstufe erleichtert,

35 indem die Spalte zwischen den Lamellen 23 verbreitert werden.

Hierdurch nimmt die Leistungsfähigkeit der Abscheidungsstufe zu, und der Erntegutdurchsatz kann bis zu einem Wert erhöht werden, bei dem die Kornverluste beider Stufen gleichzeitig ihren Grenzwert erreichen, wie in Fig. 4d gezeigt.

5

In Fig. 5 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens dargestellt, das in der Steuereinheit 25 abgearbeitet wird, um das anhand der Fig. 4a bis 4d erläuterte Steuerprinzip zu realisieren. In einem ersten Schritt S1 erfasst die Steuereinheit anhand der
 10 von den Kornsensoren 28, 29 gelieferten Signale die Kornverluste in Abscheidungs- und Reinigungsstufe. In Schritt S2 werden die so abgeschätzten Verluste mit der für jede Stufe festgelegten Obergrenze verglichen. Wird eine Überschreitung der Obergrenze nur in der Abscheidungsstufe festgestellt, so steuert
 15 die Steuereinheit 25 in Schritt S3 die Linearaktoren 24 an, um deren Selektivität zu verringern und so mehr Material in die Reinigungsstufe durchzulassen. Wenn nur in der Reinigungsstufe die Obergrenze überschritten ist, wird umgekehrt in Schritt S4 die Selektivität gesteigert, um die Reinigungsstufe
 20 zu entlasten. Dabei kann das Ausmaß der Steigerung oder Verringerung jeweils proportional zum Ausmaß der Grenzwertüberschreitung gewählt werden, um die Kornverluste möglichst schnell wieder in den Sollbereich zurückzuführen, oder es kann mit einer festen Schrittweite der Inkremente bzw. Dekremente
 25 gearbeitet werden, und die Korrektur der Selektivität wird so oft wiederholt wie erforderlich, um die Verluste in den zulässigen Bereich zu bringen.

Wenn die Verluste in beiden Stufen die zulässige Obergrenze
 30 überschreiten, kann dies nicht durch eine Veränderung der Selektivität kompensiert werden; in diesem Fall wird in Schritt S5 eine Nachricht an den Fahrer des Mähdreschers ausgegeben, um diesen zu veranlassen, die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers zurückzunehmen und auf diese Weise den Erntegutdurch-
 35 satz zu drosseln. Wenn in keiner Stufe die Obergrenzen des

Kornverlustes überschritten werden, wird in Schritt S6 überprüft, ob stattdessen in wenigstens einer Stufe eine Untergrenze unterschritten wird, die um einige Prozent oder einige zehn Prozent unterhalb der entsprechenden Obergrenze liegt.

- 5 Wenn dies nicht der Fall ist, sind die Selektivität und die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers korrekt eingestellt, und das Verfahren kehrt unmittelbar zum Schritt S1 zurück. Wenn eine Unterschreitung festgestellt wird, so bedeutet dies, dass der Mähdrescher unterhalb seiner Leistungsgrenze und damit un-
- 10 wirtschaftlich arbeitet, und es wird in Schritt S7 eine Anweisung an den Fahrer ausgegeben, die Geschwindigkeit des Mähdreschers zu erhöhen, um den Erntegutdurchsatz zu steigern.

- Fig. 6 zeigt eine Abwandlung des Steuerverfahrens. Hier werden
- 15 zunächst in Schritt S11 die Kornverluste beider Stufen abgeschätzt. Schritt S12 prüft, ob die Verluste in beiden Stufen ausgewogen sind, d.h. es wird geprüft, ob die Verluste einer Stufe in einem als Funktion der abgeschätzten Verluste der anderen Stufe vorab definierten Intervall liegen. Das Intervall
- 20 kann nach diversen Kriterien definiert sein, z.B. so, dass ein vorgegebener Gesamtverlust beider Stufen nicht überschritten wird, dass der Energieverbrauch minimiert wird etc. Sind die Verluste in der einen oder anderen Richtung unausgewogen, wird
- zunächst in den Schritten S13 oder S14 die Selektivität korrigiert. Erst wenn nach eventuell wiederholter Ausführung dieser
- 25 Schritte die Verluste als ausgewogen akzeptiert werden, wird geprüft (S15), ob die Untergrenze der Verluste unterschritten ist. Falls ja, ergeht Anweisung an den Fahrer, schneller zu fahren; falls nein, wird in Schritt S17 die Einhaltung der O-
- 30 bergrenze überprüft und ggf. der Fahrer angewiesen (S18), langsamer zu fahren.

Bezugszeichen

5	1	Fördereinrichtung
	2	Drescheinrichtung
	3	Dreschtrommel
	4	Dreschkorb
	5	Leittrommel
10	6	Abscheideeinrichtung
	7	Gehäuse
	8	Förderorgan
	9	Rippe
	10	Abscheidekorb
15	11	Förderboden
	12	Rückföhrboden
	13	Rutsche
	14	Gebläse
	15	Siebboden
20	16	1. Leitboden
	17	Schnecke
	18	2. Leitboden
	19	Schnecke
	20	Schnecke
25	21	Segment
	22	Segment
	23	Lamelle
	24	Linearaktuator
	25	Steuereinheit
30	26	Kornsensör
	27	Kornsensör
	28	Kornsensör
	29	Kornsensör

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Trennen eines Erntegutstroms, der Nutzmaterial und Abfallmaterial enthält, in einen Nutzmaterialstrom und einen Abfallmaterialstrom, in denen jeweils das Nutzmaterial bzw. das Abfallmaterial konzentriert sind, bei dem in einem ersten Schritt der Erntegutstrom mit einer ersten Selektivität in einen vorgereinigten Strom, der einen wesentlichen Anteil des Nutzmaterials und einen Rest des Abfallmaterials enthält, und einen ersten Abfallmaterialstrom, der einen wesentlichen Anteil des Abfallmaterials und einen Rest des Nutzmaterials enthält, zerlegt wird und in wenigstens einem zweiten Schritt der vorgereinigte Strom mit einer von seinem Durchsatz abhängigen zweiten Selektivität in den Nutzmaterialstrom und einen zweiten Abfallmaterialstrom zerlegt wird, der einen wesentlichen Anteil an Abfallmaterial und einen Rest des Nutzmaterials enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass laufend wenigstens eine mit der Menge an Nutzmaterial in den Abfallmaterialströmen verknüpfte Größe erfasst wird (S1, S11) und die erste Selektivität anhand dieser Größe unabhängig vom Durchsatz des Erntegutstroms gesteuert wird.
- 10
- 15
- 20
- 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu jedem der zwei Abfallmaterialströme eine mit der Menge an Nutzmaterial in diesem Abfallmaterialstrom verknüpfte Größe erfasst wird (S1, S11).
- 30
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in einem Abfallmaterialstrom enthaltene Menge an Nutzmaterial durch Messung an dem Abfallmaterialstrom nach dem Trennschritt erfasst wird (S1, S11).
- 35

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in einem Abfallmaterialstrom enthaltene Menge an Nutzmaterial erfasst wird anhand einer Messung des Materialdurchsatzes des Trennschritts, der den Abfallmaterialstrom ergibt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im zweiten Trennschritt ferner ein Reststrom abgeschieden wird, der dem ersten Trennschritt wieder zugeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die im zweiten Abfallmaterialstrom enthaltene Menge an Nutzmaterial erfasst wird anhand einer Messung des Materialdurchsatzes des Reststroms.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Selektivität gesteigert wird (S4, S14), wenn eine Obergrenze des Nutzmaterialanteils im zweiten Abfallmaterialstrom überschritten wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Selektivität gedrosselt wird (S3, S13), wenn eine Obergrenze des Nutzmaterialanteils im ersten Abfallmaterialanteil überschritten wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Obergrenzen für beide Abfallmaterialströme gleich oder ungleich festgelegt werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchsatz des Erntegutstroms verringert wird (S5, S18), wenn erfasst wird, dass die Anteile an Nutzmaterial in beiden Abfallmaterialströmen einen Grenzwert überschreiten, und dass er erhöht wird (S7, S16), wenn die Anteile einen Grenzwert unterschreiten.
11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass es in einer fahrenden Erntemaschine eingesetzt wird, und dass zum Erhöhen und/oder Verringern des Durchsatzes des Erntegutstroms die Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine angepasst wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine automatisch gesteuert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Hinweis an einen Bediener der Erntemaschine erzeugt wird, die Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine zu erhöhen bzw. zu verringern (S5, S7, S16, S18).
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Erntegutstrom aus Getreidehalmen, der Nutzmaterialstrom im Wesentlichen aus Körnern besteht und der Abfallmaterialstrom im Wesentlichen aus Nichtkornbestandteilen besteht.
15. Vorrichtung zum Trennen eines Erntegutstroms, der Nutzmaterial und Abfallmaterial enthält, in einen Nutzmaterialstrom und einen Abfallmaterialstrom, in denen jeweils das Nutzmaterial bzw. das Abfallmaterial konzentriert sind, mit einer ersten Trennstufe (2, 6), in der der Erntegutstrom mit einer ersten Selektivität in einen vorgereinig-

ten Strom, der einen wesentlichen Anteil des Nutzmateri-
als und einen Rest des Abfallmaterials enthält, und einen
ersten Abfallmaterialstrom, der einen wesentlichen Anteil
des Abfallmaterials und einen Rest des Nutzmateri-
als ent-
5 hält, zerlegt wird, und einer zweiten Trennstufe (11, 12,
14, 15), in der der vorgereinigte Strom mit einer von
seinem Durchsatz abhängigen zweiten Selektivität in den
Nutzmaterialstrom und einen zweiten Abfallmaterialstrom
zerlegt wird, der einen wesentlichen Anteil an Abfallma-
10 terial und einen Rest des Nutzmateri-
als enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung wenigstens einen
Sensor (28, 29) zum Erfassen einer mit der Menge an Nutz-
material in den Abfallmaterialströmen verknüpften Größe
sowie Mittel (23, 24, 25, 9) zum Steuern der ersten Se-
15 lektivität unabhängig vom Durchsatz des Erntegutstroms
umfasst.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Mittel zum Steuern der ersten Selektivität eine
20 Steuereinheit (25), die an den wenigstens einen Sensor
(28, 29) angeschlossen ist, sowie durch die Steuereinheit
(25) verstellbare Elemente (3) der ersten Trennstufe um-
fasst.

25 17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass sie eine fahrbare Erntemaschine ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Steuereinheit (25) an ein Antriebsaggregat der
30 Vorrichtung gekoppelt ist, um die Fahrgeschwindigkeit der
Vorrichtung zu verringern, wenn die Anteile an Nutzmate-
rial in beiden Abfallmaterialströmen einen Grenzwert ü-
berschreiten und/oder zu erhöhen, wenn sie einen Grenz-
wert unterschreiten.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (25) an ein Anzeigeelement der Vorrichtung gekoppelt ist, um einem Bediener eine Aufforderung anzuzeigen, die Fahrgeschwindigkeit der Vorrichtung zu verringern, wenn die Anteile an Nutzmaterial in beiden Abfallmaterialströmen einen Grenzwert überschreiten bzw. sie zu erhöhen, wenn die Selektivitäten einen Grenzwert unterschreiten.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Trennstufe (2, 6) einen wenigstens auf zumindest einem Teil seines Umfangs von einem Korb (10a) ummantelten Rotor (8) umfasst.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Trennstufe (2, 6) eine Drehtrommel mit nachgeordnetem Hordenschüttler umfasst.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der regelbare Parameter der Querschnitt von Durchtrittsöffnungen des Korbes (10a) ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der regelbare Parameter die Neigung einer drehbaren Rippe (9) in Bezug auf einen Rotor (18) der ersten Trennstufe (2, 6) ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Sensoren (28, 29) an einem der Abfallmaterialströme angeordnet ist, um einen Nutzmaterialanteil in diesem Strom zu messen.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Sensoren (26, 27) an einer der Trennstufen angeordnet ist, um deren

Durchsatz zu messen, und dass die Steuereinheit eingerichtet ist, den Nutzmaterialanteil im von dieser Trennstufe erzeugten Abfallmaterialstrom anhand des Durchsatzes zu erfassen.

5

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Trennstufe einen Restmaterialstrom erzeugt, der über einen Rückführkanal (18, 19) der ersten Trennstufe (2, 6) wieder zugeführt wird.

10

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Sensoren an dem Rückführkanal zum Erfassen des Durchsatzes des Restmaterialstroms angeordnet ist, und dass die Steuereinheit eingerichtet ist, den Nutzmaterialanteil im von der zweiten Trennstufe (11, 12, 14, 15) erzeugten Abfallmaterialstrom anhand des Durchsatzes zu erfassen.

15

Zusammenfassung

Ein Erntegutstrom, der Nutzmaterial und Abfallmaterial enthält, wird in einer Erntemaschine getrennt in einen Nutzmaterialstrom und einen Abfallmaterialstrom, in denen jeweils das Nutzmaterial bzw. das Abfallmaterial konzentriert sind. Ein ersten Schritt zerlegt den Erntegutstrom mit einer ersten Selektivität in einen vorgereinigten Strom, der einen wesentlichen Anteil des Nutzmaterials und einen Rest des Abfallmaterials enthält, und einen ersten Abfallmaterialstrom, der einen wesentlichen Anteil des Abfallmaterials und einen Rest des Nutzmaterials enthält. Ein zweiter Schritt zerlegt den vorgereinigten Strom mit einer von seinem Durchsatz abhängigen zweiten Selektivität in den Nutzmaterialstrom und einen zweiten Abfallmaterialstrom, der einen wesentlichen Anteil an Abfallmaterial und einen Rest des Nutzmaterials enthält. Eine mit der Menge an Nutzmaterial in den Abfallmaterialströmen verknüpfte Größe wird laufend erfasst (S1), und die erste Selektivität wird anhand dieser Größe unabhängig vom Durchsatz des Erntegutstroms geregelt (S3, S4).

(Fig. 5)

Fig. 1

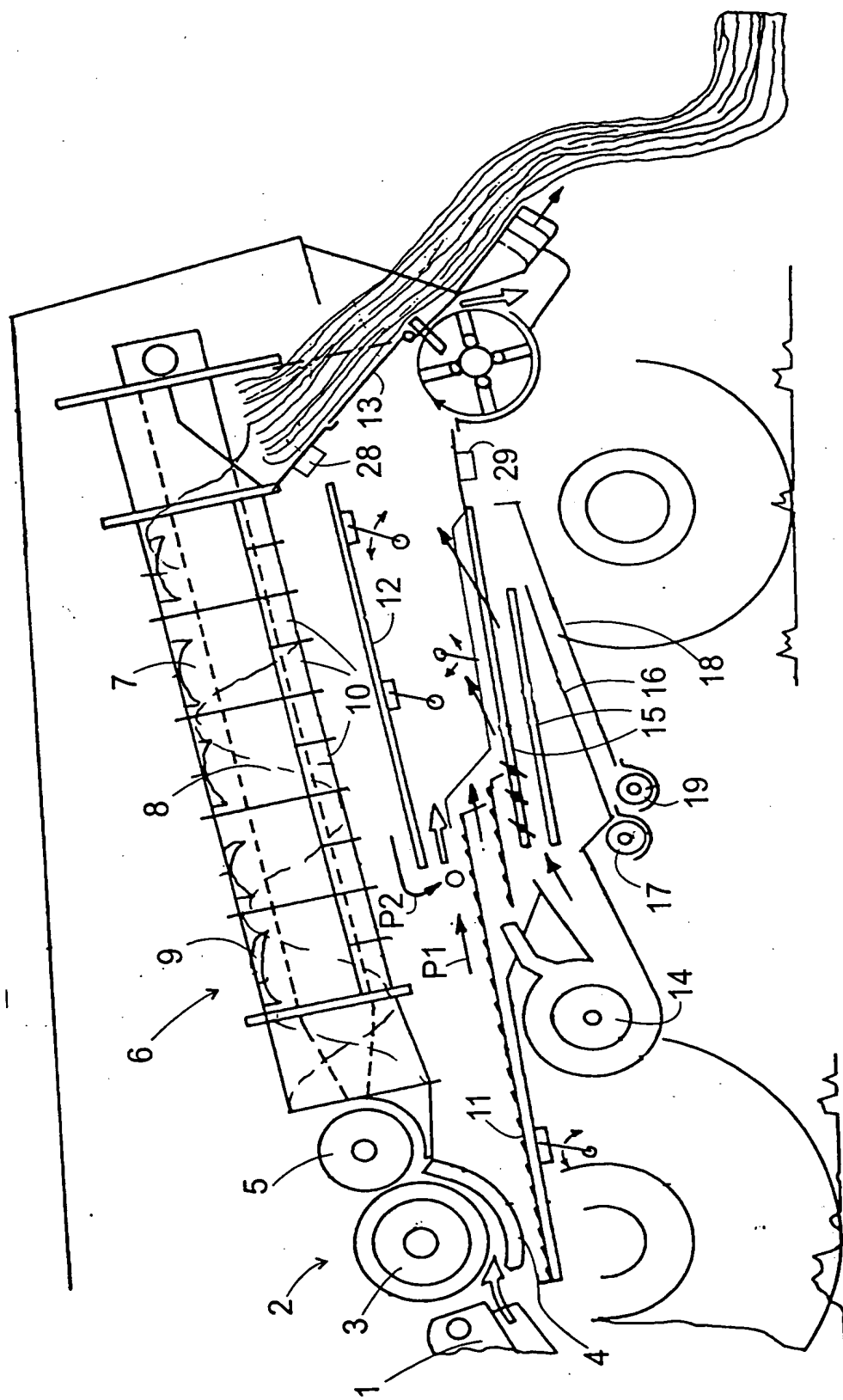
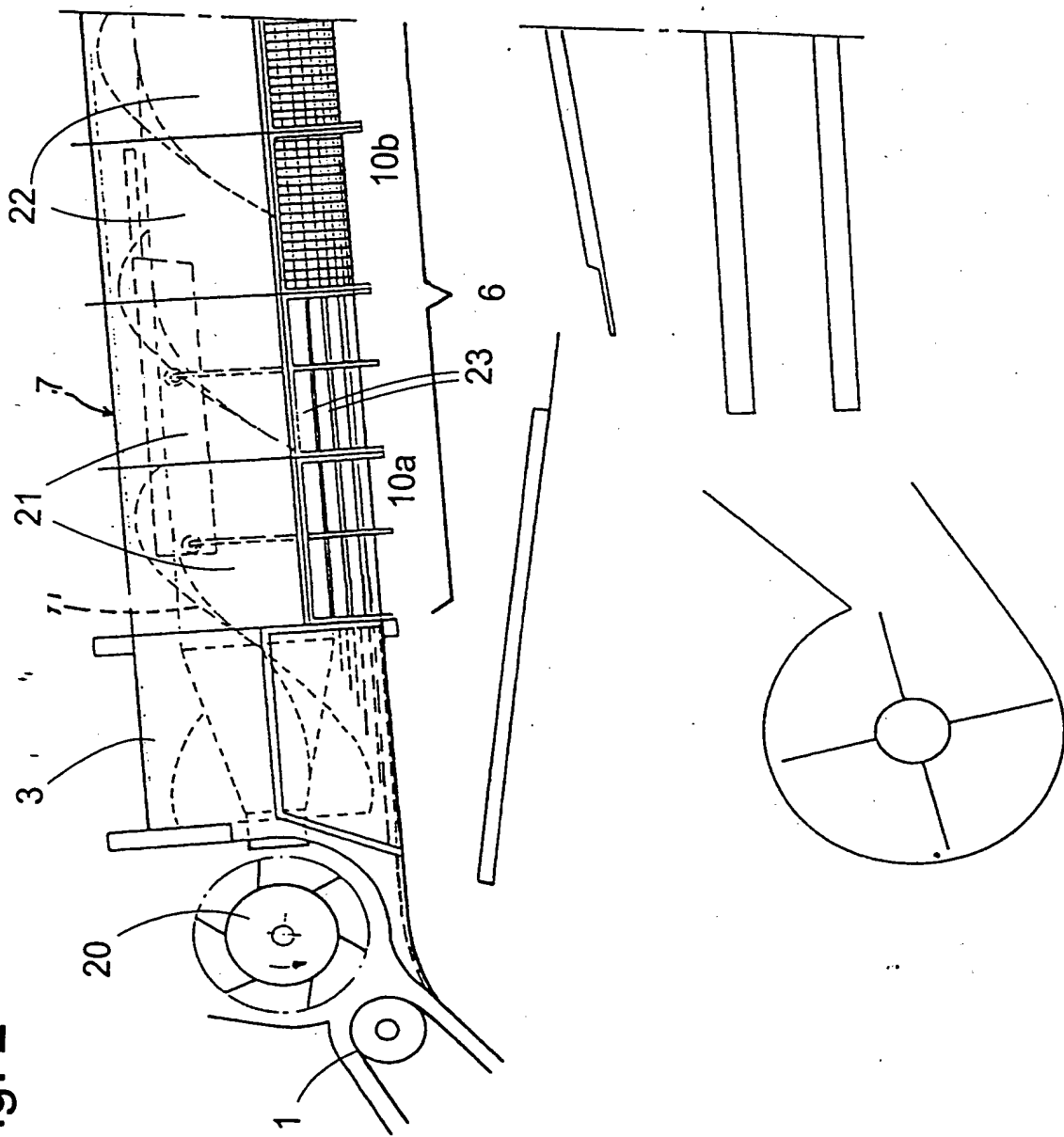


Fig. 2



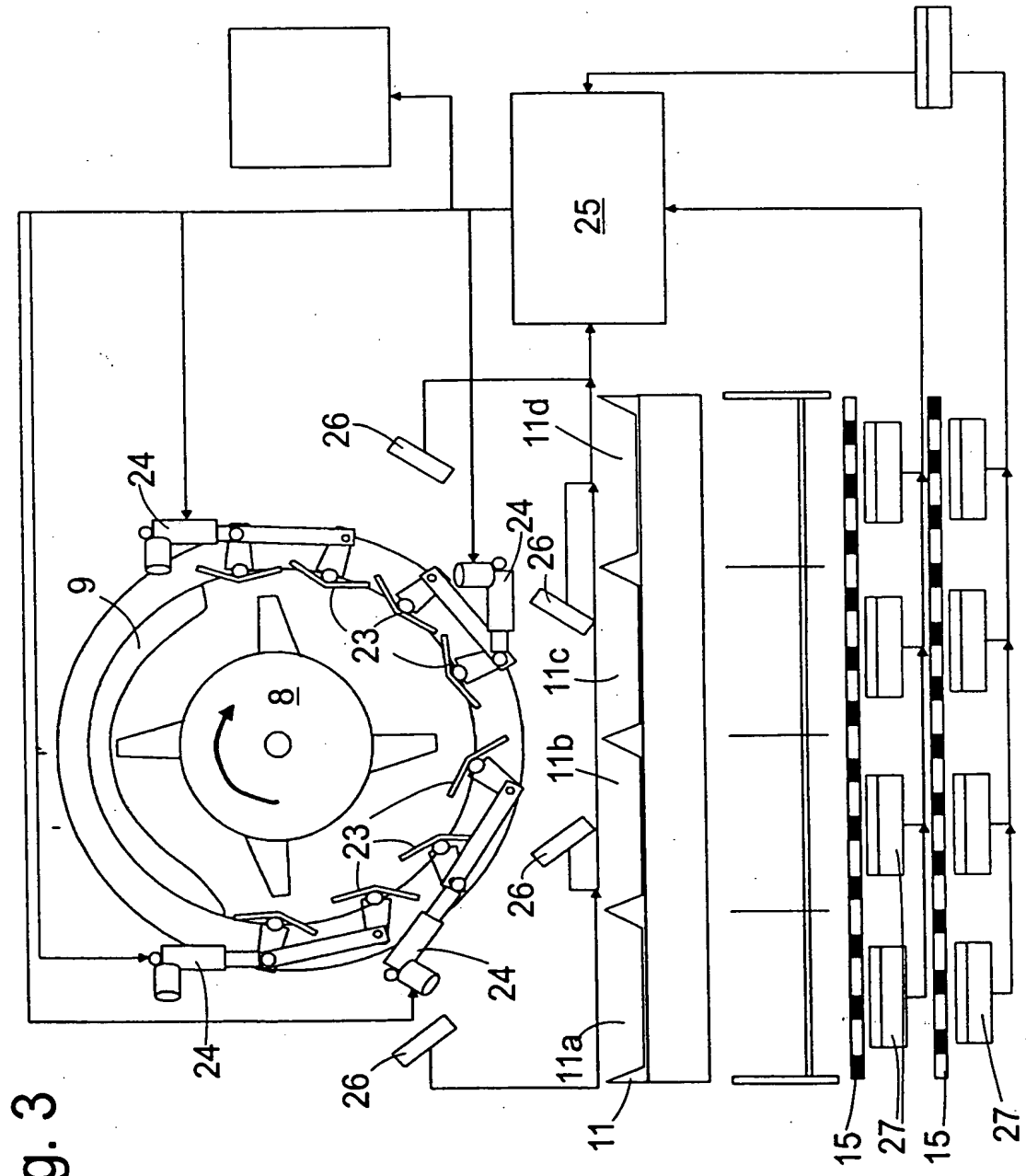


Fig. 3

Fig. 4c

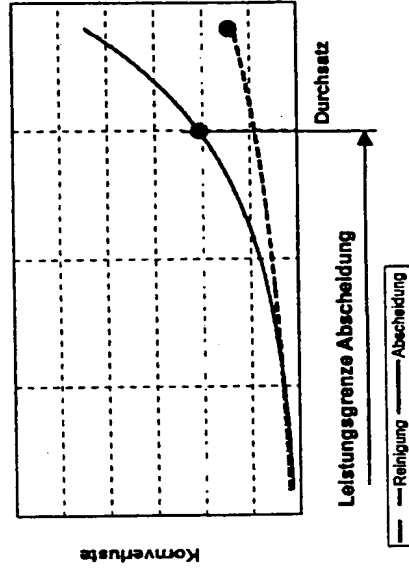


Fig. 4d

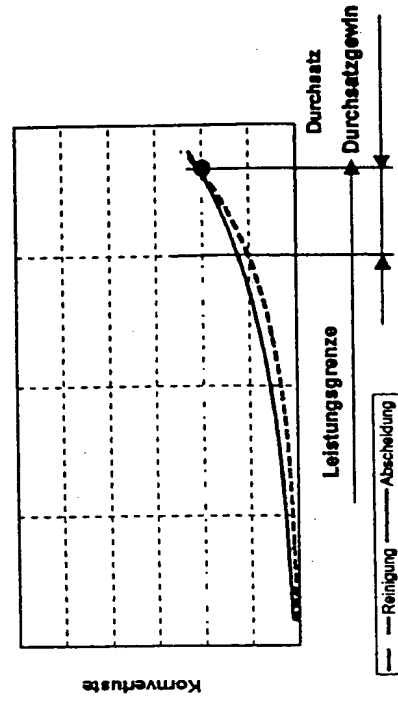


Fig. 4a

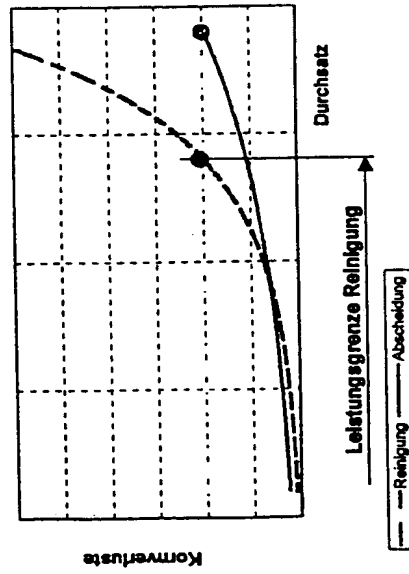


Fig. 4b

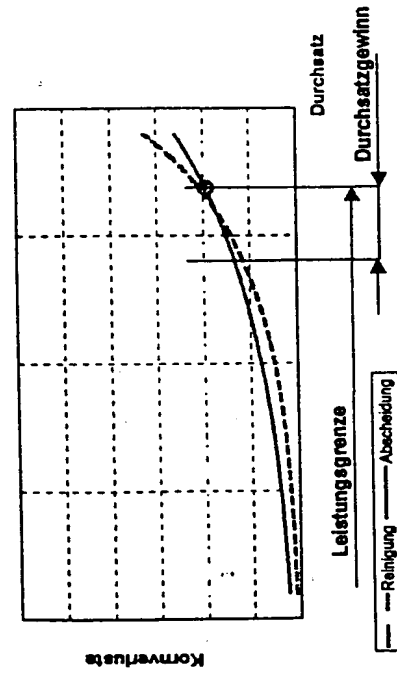


Fig. 5

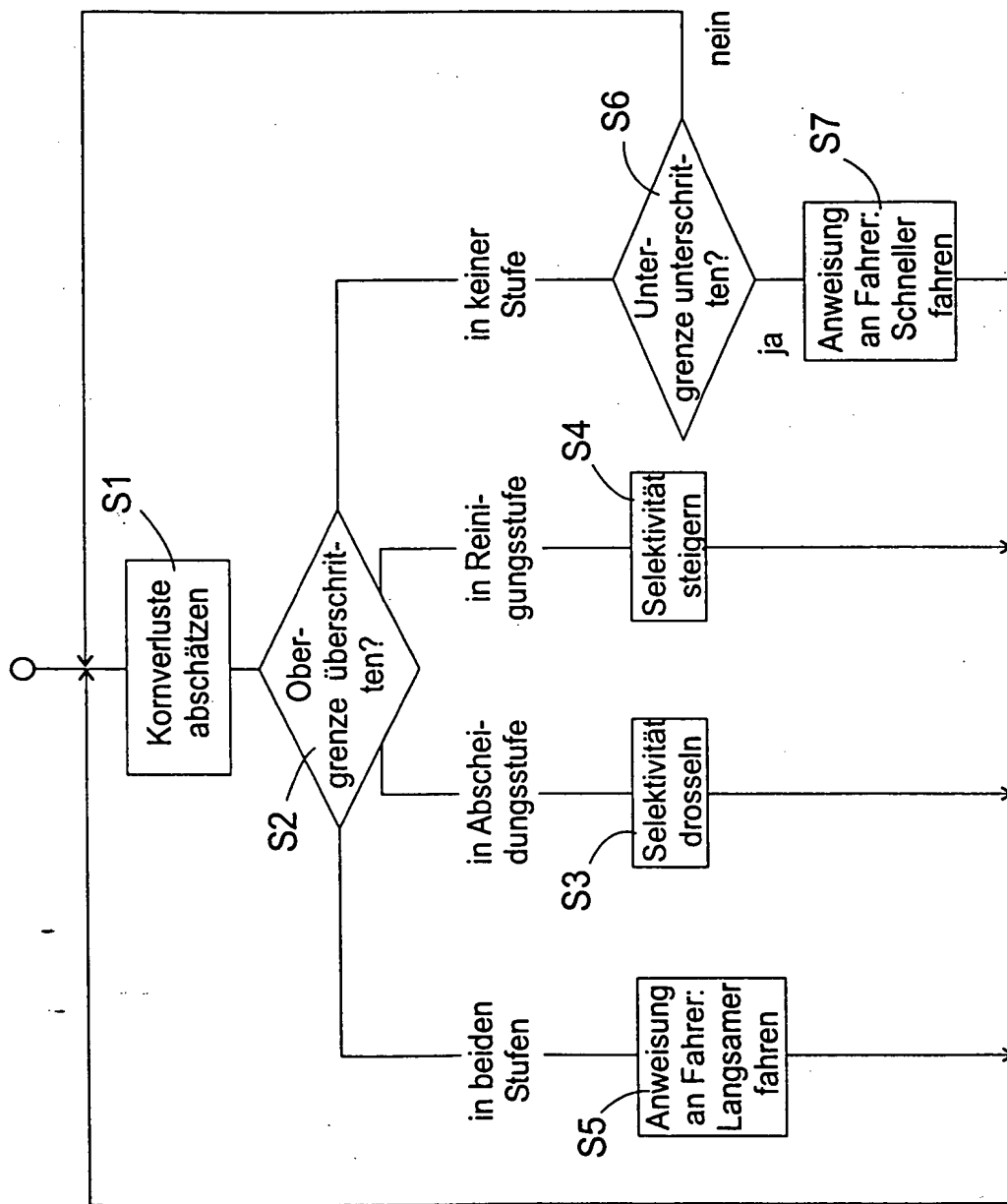


Fig. 6

